

# A EXPERIMENTAÇÃO EM FÍSICA MEDIADA POR INTERFACES DIGITAIS NA VISÃO DOS PROFESSORES DA UAB

*Ivanderson Pereira da Silva<sup>1</sup>*  
*Luis Paulo Leopoldo Mercado<sup>2</sup>*

## **Resumo:**

Esse estudo investigou as concepções dos professores que atuam nos cursos de formação docente da área de Física da Universidade Aberta do Brasil acerca das possibilidades didáticas do uso de experimentos mediados por interfaces digitais. A investigação teve por objetivos identificar a presença desse tipo de prática experimental nesses cursos e evidenciar concepções pedagógicas emanadas dos professores que neles atuam acerca de suas potencialidades didáticas. Trata-se de uma pesquisa qualitativa que utilizou, como instrumento de coleta de dados, questionário on-line envolvendo professores que atuam nos cursos de formação docente em Física ofertados por meio da UAB. Os dados coletados foram submetidos à Análise Textual Discursiva. Nos resultados evidenciamos três concepções: experimentos mediados como recursos inferiores aos experimentos convencionais; experimentos mediados como complementos dos experimentos convencionais; e a defesa da substituição, para fins didáticos, dos laboratórios convencionais pelos laboratórios mediados por interfaces digitais.

**Palavras-chave:** Experimentação. Universidade Aberta do Brasil. Ensino de Física. Formação de Professores. Licenciatura em Física..

---

1Licenciado em Física (2008/UFAL), Especialista em Mídias na Educação (2010/UFAL), Mestre (2010/UFAL) e Doutor em Educação (2016/UFAL). Atualmente é professor da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), Campus Arapiraca, atuando nos Cursos de Licenciatura em Física e Pedagogia. É professor permanente do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática da UFAL e líder do Grupo de Pesquisa em Educação, Mídias, Tecnologias e Sociedade (GEEMTS).

E-mail: ivanderson@gmail.com

2Professor Titular da UFAL com atuação na graduação em Educação Física e Pedagogia e na Pós-Graduação (Mestrado e Doutorado em Educação). Bolsista Produtividade em Pesquisa 2 do CNPq. Doutor em Educação (PUC/SP, 1998), Mestre em Educação (UFMS, 1993), Especialista em Formação de Professores em Mídias na Educação (UFAL, 2010), Licenciado em Ciências Biológicas Licenciatura Plena (UFMS, 1989). Bacharel em Direito (CESMAC, 2012). Realizou Aperfeiçoamento em Formação em Tutoria Online pela Organização dos Estados Americanos (OEA/INEAM) e em Melhoria da Qualidade da Educação Básica pela UNESCO (UNESCO/OEA). Líder do Grupo de Pesquisa Tecnologias da Informação e Comunicação na Formação de Professores Presencial e Online, certificado pelo CNPq.

E-mail: luispaulomercado@gmail.com

# THE EXPERIMENTATION IN PHYSICS MEDIATED BY DIGITAL INTERFACES IN THE VISION OF UAB TEACHERS

*Ivanderson Pereira da Silva*  
*Luis Paulo Leopoldo Mercado*

**Abstract:**

This study investigated the conceptions by teachers who work in the training courses in Physics teaching of the Open University of Brazil (Universidade Aberta do Brasil – UAB) regarding the didactic possibilities of performing experiments mediated by digital interfaces. The research aimed for identifying the presence of this kind of experimental practice in these courses and to highlight the pedagogical conceptions, as reported by the teachers who act on them, on their didactic potential. It is a qualitative research that used, as an instrument for data collection, an online questionnaire for professors who work in the Physics teaching courses offered through the UAB. The data was then subjected to Textual Discourse Analysis. In the results we focus on three conceptions: mediated experiments as inferior resources to conventional experiments; mediated experiments as complementing conventional experiments; and the argument for the substitution, for didactic purposes, of conventional laboratories by laboratories mediated by digital interfaces.

**Keywords:** Experimentation. Open University of Brazil. Physics Teaching. Teacher Training. Licentiate in Physics.

## Introdução

É consensual entre professores e pesquisadores em ensino de Ciências que o ensino de Física não pode se privar da experimentação (FEITOSA et al., 2011). Diante do atual desenvolvimento científico e tecnológico, bem como das necessidades educacionais impostas por esse cenário, altamente permeado pelas Tecnologias da Informação e da Comunicação (TIC), professores e pesquisadores do campo das Ciências têm investido seus esforços no desenvolvimento de recursos digitais que simulam ou favorecem o controle a distância de experimentos reais (LOPES et al., 2009). Trata-se de mais uma possibilidade para o trabalho experimental que vem sendo explorada tanto nos cursos presenciais quanto nos cursos a distância (NUNES et al., 2016).

Segundo Silva (2016, p. 21), a experimentação mediada por interfaces digitais pode ser entendida como “qualquer prática experimental na qual o experimentador manipula as variáveis envolvidas no fenômeno e observa os efeitos produzidos a partir da tela de um computador”. São exemplos desses experimentos aqueles que são controlados remotamente ou que se estruturam a partir do uso de recursos multimídia, como animações, simulações, applets, jogos digitais, softwares, videogravações, fotografias, simuladores de realidade virtual ou realidade aumentada (NUNES, et al., 2016; SILVA; MERCADO, 2018, 2019; SILVA; SILVA, 2017).

Como exemplo de um dos experimentos remotos possíveis, destacamos o “Projeto Telescópios na Escola”,<sup>3</sup> que disponibiliza gratuitamente acesso e controle de sete telescópios robóticos distribuídos em observatórios astronômicos brasileiros. No campo da experimentação multimídia é possível citar bancos de simulações digitais, como o PhET Interactive Simulations,<sup>4</sup> da Universidade do Colorado, que disponibiliza gratuitamente simulações de experimentos nas áreas de Física, Química, Matemática, Biologia e Ciências da Terra. Além desse, é possível citar a plataforma “Walter-Fendt”,<sup>5</sup> que disponibiliza gratuitamente, em 19 línguas, applets de Física para uso pedagógico.

Também é possível acessar jogos digitais como Energydownnow que, segundo Melo et al. (2013), enfoca o controle de consumo elétrico no cotidiano de uma residência. Como exemplo de softwares que suportam a experimentação em Física mediada por interfaces digitais, é possível citar o caso do planetário virtual Stellarium,<sup>6</sup> que pode ser acessado em 50 idiomas e é compatível com os

---

3 Disponível em: <http://www.telescopiosnaescola.pro.br/>. Acesso em 10 set. 2019.

4 Disponível em: [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/](https://phet.colorado.edu/pt_BR/). Acesso em 10 set. 2019.

5 Disponível em: <https://www.walter-fendt.de/html5/phpt/>. Acesso em 10 set. 2019.

6 Disponível em: <http://www.stellarium.org/pt/>. Acesso em 10 set. 2019.

seis sistemas operacionais mais utilizados. Esse software pode dar suporte a cúpulas de planetários físicos e proporcionar aos sujeitos a sensação de estarem imersos no espaço sideral, ou seja, observarem objetos astronômicos a partir da tecnologia da realidade virtual.

Além do Stellarium, é possível citar o caso do software Tracker,<sup>7</sup> que favorece a experimentação em Física por meio da vídeo análise de fenômenos naturais.

A experimentação em Física mediada por interfaces digitais pode ainda ser realizada sem o suporte de dispositivos lógicos pré-concebidos, como é o caso da captura, do tratamento e da análise de imagens de céu profundo (deep-sky), algo bastante comum na astronomia amadora e que pode ser realizado com o apoio de câmeras analógicas ou digitais.

Além disso, a realidade aumentada é outra tecnologia utilizada com menos frequência nesse campo específico da experimentação em Física (SILVA; MERCADO, 2018). Ela consiste em inserir no mundo físico objetos virtuais que podem ser visualizados com o apoio de uma câmera digital e um software específico. Nesse contexto é possível citar, por exemplo, a experiência de Pastorino et al. (2008), que criaram dois experimentos em realidade aumentada: um jogo envolvendo uma raquete (real) e uma bolinha de tênis de mesa (virtual) que simula uma partida de pingue-pongue e, inspirados no filme Star Wars, um protótipo de “sabres de luz”.

Tais recursos e tecnologias proporcionam a criação de laboratórios de Física que podem ser acessados a partir da tela de um computador de mesa ou por meio de dispositivos móveis, como laptops, tablets ou smartphones. Observa-se, a partir dos exemplos citados, que as práticas de experimentação em Física mediadas por interfaces digitais podem ser classificadas, quanto ao tipo de tecnologia empregada, em: experimentos multimídia que reproduzem a ideia de um experimento convencional; experimentos que favorecem a sensação de imersão a partir da tecnologia da realidade virtual; experimentos que inserem objetos virtuais ao cenário real a partir da tecnologia da realidade aumentada; e experimentos remotos que favorecem os sujeitos a controlarem equipamentos reais a distância (FORTE et al. 2008).

Tendo em vista que esse cenário aponta possibilidades didáticas para os cursos de formação de professores de Física, e de modo muito particular para aqueles cursos que são ofertados na modalidade a distância, é possível problematizar acerca de práticas com o uso de experimentos mediados pelas interfaces digitais que vêm sendo desenvolvidas no interior de tais cursos ofertados na modalidade a distância no Brasil. Dentre os cenários possíveis para

---

<sup>7</sup> Disponível em: <http://www.cabrillo.edu/~dbrown/tracker/>. Acesso em 10 set. 2019.

essa investigação, destaca-se por sua amplitude geográfica, por sua originalidade e por sua importância histórica o Sistema Universidade Aberta do Brasil (UAB).

Com base nisso, esse estudo teve por objetivo geral investigar as concepções dos professores que atuam nos cursos de formação de professores de Física da UAB acerca das possibilidades didáticas do uso de experimentos mediados por interfaces digitais. Objetivou-se, por meio de uma pesquisa de natureza qualitativa (FLICK, 2009), identificar práticas de experimentação mediadas por interfaces digitais desenvolvidas nesses cursos e evidenciar concepções pedagógicas emanadas dos professores que neles atuam sobre as potencialidades didáticas dessas práticas experimentais.

Assim, num primeiro momento, foi realizado o mapeamento dos cursos de formação de professores de Física ofertados por meio da UAB. Tal movimento se deu a partir da consulta ao Sistema de Gestão de Cursos da UAB (SisUAB), e por meio desse evidenciamos 25 cursos, sendo um de licenciatura em Ciências, com habilitação em Física, Química e Biologia, ofertado pela Universidade Estadual do Pará (UEPA), e 24 cursos de licenciatura em Física, ofertados pelas seguintes Instituições Públicas de Ensino Superior (IPES): Universidade Estadual do Ceará (UECE); Universidade Estadual de Maringá (UEM); Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC); Universidade do Estado do Mato Grosso (UNEMAT); Universidade Federal do Ceará (UFC); Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA); Universidade Federal do Espírito Santo (UFES); Universidade Federal de Goiás (UFG); Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD); Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF); Universidade Federal do Pará (UFPA); Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ); Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN); Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE); Universidade Federal de Sergipe (UFS); Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC); Universidade Federal de Santa Maria (UFSM); Universidade Federal do Tocantins (UFT); Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha (UFVJM); Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI); Universidade Federal de Alagoas (UFAL); Universidade Federal do Piauí (UFPI); Instituto Federal do Pará (IFPA); Instituto Federal da Amazônia (IFAM).

No segundo semestre de 2016, foi estabelecido contato telefônico com cada uma das IPES ofertantes dos referidos cursos, tendo em vista a necessidade de confirmação dos dados, bem como o levantamento dos contatos dos atuais coordenadores. Nessa oportunidade foi verificado que os cursos de licenciatura em Física da UEPA e da UFERSA ainda não haviam sido ofertados e que o curso de licenciatura em Física da UECE havia sido extinto. Assim, dos 25 cursos que até então compunham o foco da investigação, restaram 22. Na sequência foi encaminhado e-mail aos 22 coordenadores dos cursos, solicitando apoio na

realização da pesquisa. No caso daqueles que não responderam ao e-mail no prazo de uma semana, foi feito contato telefônico para verificar se a coordenação aceitaria repassar o formulário de coleta de dados para seus professores. Como resultados desse movimento, 17 coordenadores aceitaram receber o instrumento de coleta de dados. O questionário on-line foi desenvolvido na interface Google Docs utilizando o recurso “Formulário” (FOWLER JUNIOR, 2011). Ao acessá-lo o sujeito da pesquisa visualizava o Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE) e só poderia avançar para as questões caso aceitasse participar. Na sequência eram exibidas 10 questões, sendo 3 fechadas e 7 abertas.

Duas semanas após a aplicação dos questionários, o Google Docs – Formulários registrou 22 respostas oriundas de 10 universidades: UFAL (5); UFT (4); UFRN (1); UFJF (1); UFC (2); UNIFEI (2); UFVJM (1); UFES (1); UFGO (2); UFRJ (1). Dessas, apenas 18 registraram dados de professores que haviam explorado os experimentos mediados por interfaces digitais. Outros quatro professores responderam o questionário, mas informaram desconhecer esse tipo de recurso.

Os dados coletados nos questionários foram submetidos à Análise Textual Discursiva (ATD), que, segundo Moraes e Galiazzi (2006, p. 118), “é uma abordagem de análise de dados que transita entre [...] a análise de conteúdo e a análise de discurso”, ou seja, apoia-se tanto na interpretação do significado atribuído pelo autor quanto nas condições de produção de um determinado texto. A ATD se realizou a partir de três focos: unitarização, categorização e construção dos metatextos. Esses movimentos consistiram num ciclo, movimento recursivo por meio do qual o texto foi inicialmente desconstruído e fragmentado em pequenas unidades de significado. Essas unidades foram agrupadas em categorias emergentes, o que implicou num movimento de reescrita desses fragmentos com vistas a produzir sentidos por meio dos metatextos.

Ao longo da ATD alguns fragmentos foram evocados para fundamentar o metatexto, e seus autores foram cognominados como P1 (Professor 1); P2 (Professor 2), e assim por diante. Tal estratégia objetivou fidelizar a autoria do fragmento e ao mesmo tempo preservar a identidade do autor. Nesse sentido, o produto dos metatextos explicitou, por meio da fragmentação e da reescrita desse diálogo, as concepções desses sujeitos acerca das potencialidades didáticas da experimentação mediada por interfaces digitais.

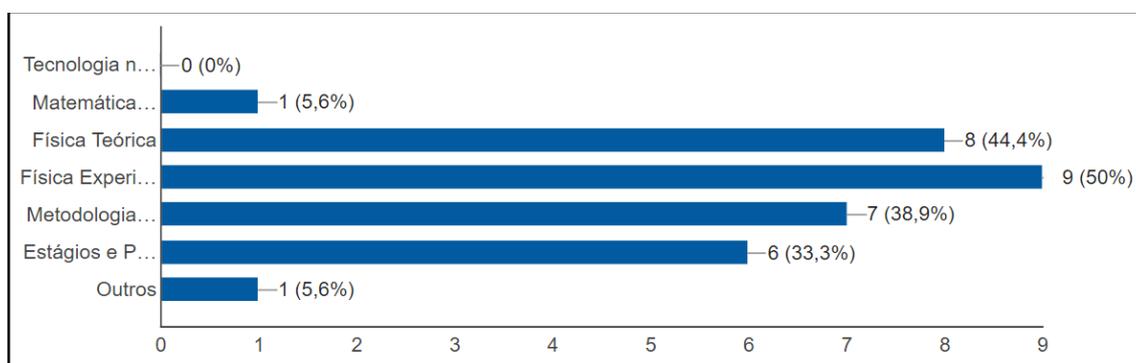
Assim foi possível construir seis categorias: experimentos e experimentações mediadas por interfaces digitais; experimentos mediados por interfaces digitais como produtos de segunda linha; experimentos mediados por interfaces digitais como complementos dos experimentos convencionais; substituição dos experimentos reais por experimentos mediados por interfaces digitais; (des)motivação para o uso de experimentos mediados por interfaces

digitais; dificuldades na realização de experimentos mediados por interfaces digitais. Acerca de cada uma dessas categorias discutiremos a seguir.

### Experimentos e experimentações mediadas por interfaces digitais

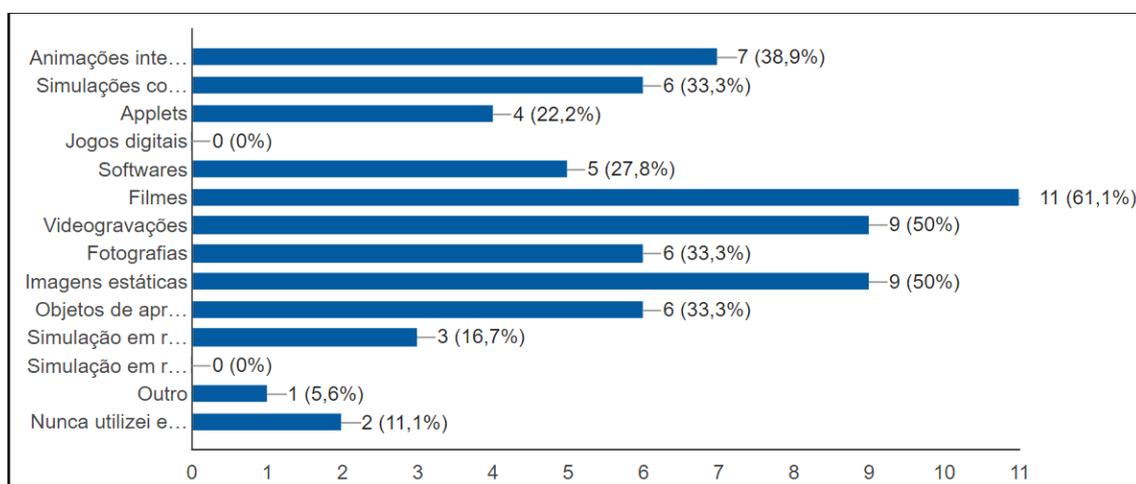
Inicialmente o formulário de pesquisa apresentava três questões fechadas, por meio das quais os sujeitos poderiam explicitar: a) os componentes curriculares nos quais a experimentação mediada por interfaces digitais mais se concentrava; b) os principais recursos digitais utilizados nesse tipo de experimentação; e c) as modalidades de experimentação mediadas por interfaces digitais mais exploradas no interior dos cursos de formação de professores de Física ofertados por meio da UAB. Os dados registrados nessas questões foram tabulados pelo Google Docs – Formulário e os resultados podem ser visualizados nos gráficos 1, 2 e 3.

Gráfico 1 – Componentes curriculares e experimentos mediados por interfaces digitais



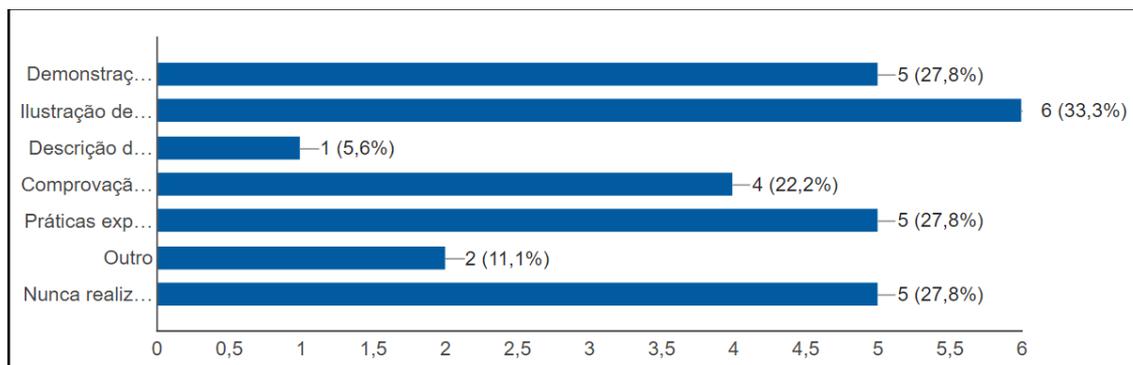
Fonte: elaborado pelos autores, 2019.

Gráfico 2 – Recursos digitais mais utilizados



Fonte: elaborado pelos autores, 2019.

Gráfico 3 – Experimentação mediada por interfaces digitais



Fonte: elaborado pelos autores, 2019.

A partir da visualização do gráfico 1 verificamos que os professores que mais utilizam esse tipo de recurso, no interior dos cursos de formação de professores de Física ofertados por meio da UAB, foram aqueles que atuavam nas disciplinas das áreas de Física Experimental, Física Teórica, Metodologia de Ensino de Física e Estágios e Práticas de Ensino.

Silva e Mercado (2019) ao analisarem os projetos pedagógicos desses cursos (PPC), evidenciaram que, entre as disciplinas elencadas, muitas já anunciavam a experimentação mediada por interfaces digitais desde a sua ementa.

Segundo Silva e Mercado (2019), compuseram esse cenário de componentes curriculares relacionados às didáticas especiais<sup>8</sup> as disciplinas: Introdução às Tecnologias Educacionais (IFPA); Informática Educativa (UECE); Fundamentos da Informática para a Educação (UEPA); Informática Educativa (UFC); Aprendizagem mediada pelo computador (UFC); Informática Educativa (UFGD); Recursos Audiovisuais (UFPI); Fundamentos de tecnologia educacional (UFS); Informática no Ensino da Física (IFAM); O Computador e o Vídeo no Ensino da Física (UECE); Recursos computacionais e audiovisuais aplicados ao ensino de Física (UEM); Informática no Ensino de Física (UESC); Introdução à Informática Educativa no Ensino de Física (UFES); Física Computacional I (UFG); Física Computacional II (UFG); Informática no Ensino de Física (UFJF); Tecnologia no ensino da Física I (UFPA); Física computacional (UFPA); Informática no Ensino de Física (UFPI); Métodos Computacionais em Física (UFPI); Informática no ensino de Física (UFRJ); Métodos de Física computacional (UFS); Informática no Ensino da Física (UFVJM); Informática no Ensino de Física (UNEMAT); Fundamentos da computação (UEM); Instrumentação para o Ensino de Física 3 (UFAL); Instrumentação para o Ensino de Física 4 (UFAL);

<sup>8</sup> Silva e Mercado (2019, p. 295) utilizaram “o termo didáticas especiais para enfatizar que se tratam de componentes curriculares que enfocam o ensino e de modo particular o ensino de Física”.

Metodologia do ensino de Física (IFAM); Instrumentação para o ensino de Física I (UEM); Instrumentação para o ensino de Física II (UEM); Instrumentação para o Ensino de Física II (UESC); Instrumentação e Prática no Ensino da Física Moderna (UFC); Informação, Ciência & Tecnologia no Ensino de Ciências (UFES); Instrumentação para o Ensino de Física I (UFPI); Instrumentação para o ensino de Física II (UFRN); Instrumentação para o ensino de Física I (UFS); Instrumentação para o ensino de Física II (UFS); Instrumentação para o ensino de Física III (UFS); Instrumentação para o ensino de Física IV (UFS); Metodologia para o ensino de Física II (UFT); Didática e formação de professores (UFT); Produção de Material Didático(IFAM); Produção de material didático (UEM); Prática de Ensino III (UNIFEI); Prática de Ensino IV (UNIFEI); Prática de Ensino III – objetos digitais de educação (UFERSA); Metodologia e Prática de Ensino de Física (UFSC); e Metodologia e Prática de Ensino de Física II (UFVJM).

A partir dos dados trazidos por Silva e Mercado (2019), é possível afirmar que os componentes curriculares que tratam de conhecimentos específicos do campo de Física e de Matemática e que desde a sua ementa sinalizaram a exploração de experimentos mediados por interfaces digitais foram: Física 1 (IFAM); Física 2 (IFAM); Física 3 (IFAM); Física 4 (IFAM); Temas de Física III –Formas alternativas de energia: mecanismo e utilizações(UEPA);Física Geral I(UNIFEI);Laboratório de Física A(UFS); Laboratório de Física B(UFS); Laboratório de Física C (UFS); Laboratório de Mecânica Quântica e de Física Nuclear (UFS); Laboratório de Física estatística e da matéria condensada (UFS); e Equações Diferenciais (UNEMAT).

Além dos componentes curriculares das didáticas especiais e de conhecimentos específicos de Física e Matemática, também se observou a presença da experimentação mediada por interfaces digitais, tanto na análise dos PPC empreendida por Silva e Mercado (2019) quanto no gráfico 1, nos componentes curriculares de Estágio Supervisionado – Estágio supervisionado em Física IV (UFPA); e Estágio Curricular Supervisionado de Ensino I (UFPI). Também se observou a presença desse tipo de prática experimental na ementa do componente curricular Tópicos de Física Ambiental (IFAM). A presença de práticas experimentais mediadas por interfaces digitais para além dos componentes curriculares de didática especial, de conhecimentos específicos em Física e Matemática, bem como de Estágio Supervisionado, também foi confirmada a partir dos dados contidos no gráfico 1.

A partir do que se observa da análise de Silva e Mercado (2019), e também do gráfico 1, é possível afirmar que

existe uma forte tendência em explorar esse tipo de experimentação nas disciplinas de didática especial cujo objeto de estudo são as metodologias de ensino e não necessariamente ensino (teórico ou experimental) dos conteúdos

da área de Física e Matemática. Precisamos considerar que existem, pelo menos, duas dimensões curriculares acerca da experimentação mediada pelas interfaces digitais. A primeira delas é entendê-la como um conteúdo, a segunda como uma forma de abordar um conteúdo. Identificamos claramente [a partir do volume de componentes curriculares agrupados em cada categoria] que, enquanto nas disciplinas de didática especial a experimentação mediada pelas interfaces digitais assume o formato de conteúdos, nas disciplinas de conteúdo específico, de estágio supervisionado e outras, embora bem menos frequente, essa experimentação assume o formato de veículo por meio do qual os conteúdos serão abordados, ou seja, de metodologia de ensino. Esse quadro sugere que é muito mais frequente a preocupação dos cursos em ensinar aos seus alunos possíveis metodologias de ensino, que tomam por base a experimentação mediada pelas interfaces digitais, do que eles mesmos fazerem uso dessa abordagem em suas aulas de Física teórica/experimental e/ou Matemática (SILVA; MERCADO, 2019, p. 296).

Assim, percebermos que os experimentos mediados por interfaces digitais são explorados nos cursos de formação de professores de Física, ofertados por meio da UAB, muito mais como conteúdos do que como metodologias. É possível ainda constatar, a partir da observação do gráfico 2, que a exploração desse tipo de experimento ainda se concentra, quase que em sua totalidade, em práticas pedagógicas que exploram animações, simulações, applets, softwares, filmes, videogravações, fotografias e imagens estáticas e que é praticamente ausente o uso de tecnologias de realidade virtual ou de realidade aumentada. Esse dado encontra eco nos estudos de Silva e Mercado (2019).

A escassez de práticas de formação de professores de Física apoiadas em experimentos mediados por interfaces digitais também foi constatada no estudo de Silva e Mercado (2018), que se consistiu num inventário de: a) teses e dissertações defendidas no período de 2005 a 2015 e que são oriundas dos Programas de Pós-graduação (PPG) reconhecidos pela Capes nas áreas de Educação e Ensino (avaliação trienal de 2014); b) artigos publicados, no mesmo período, nos anais do Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF), Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF) e Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC); ec) artigos publicados nesse período nas revistas acadêmicas cadastradas no WebQualis da Capes, avaliadas com estratos “A”, “B”, e “C” nas áreas de Educação e Ensino. Esses dados nos permitem constatar que quando se exploram experimentos mediados por interfaces digitais nos cursos de formação de professores de Física da UAB, isso se dá, quase inteiramente, por meio do uso de laboratórios multimídia sem a possibilidade de imersão ou uso de realidade aumentada.

Para além do tipo de recurso utilizado é importante chamar atenção ainda para o uso que se faz desses recursos. Evidencia-se a partir dos estudos de Silva e Mercado (2018), bem como dos dados apresentados no gráfico 3, que predominam nos cursos de formação de professores de Física ofertados por meio da UAB as abordagens demonstrativas com o uso de experimentos mediados por interfaces digitais. Acerca desses usos, e de modo mais enfático

sobre aqueles que transcendem prática demonstrativa, é possível destacar as falas dos sujeitos dessa pesquisa que indicam possíveis práticas experimentais investigativas mediadas por interfaces digitais. Tais falas foram coletadas a partir das questões abertas respondidas por esses sujeitos no formulário encaminhado via Google Docs. As respostas permitiram evidenciar práticas experimentais investigativas que exploravam os recursos digitais, como pode ser verificado nos seguintes excertos:

Ao ensinar lançamento de projéteis, utilizei uma simulação [...]. **Nesta simulação, vimos que a velocidade e a distância que um objeto atinge no lançamento independe da massa. Usamos carro, piano, balas de canhão com objetos a serem lançados.** Vimos também que o ângulo e a velocidade inicial afetam a altura e o alcance do objeto. Isso ficou bem claro com a simulação. Logo, ficou fácil de visualizar a física envolvida no processo (P10, grifo nosso).

Nas disciplinas proponho atividades que discutem a situação física envolvida nos problemas e em atividades de fixação dos conteúdos. Também **utilizo softwares para a análise de dados das atividades experimentais realizadas no polo.** Nas disciplinas de formação específica em licenciatura, faço uso de seminários e filmes, que debatem a área de Ensino de Física (P12, grifo nosso).

Os alunos têm grande habilidade em **realizar vídeos e fotografar suas próprias atividades e experiências feitas a distância** (P14, grifo nosso)

Utilizo muito experimentos com materiais de baixo custo. **Estes experimentos são realizados pelos alunos e gravados em forma de vídeo para discussão com o restante da turma** (P5, grifo nosso)

Nesses registros percebemos que esses sujeitos exploraram os experimentos mediados pelas interfaces digitais em abordagens investigativas principalmente a partir de dois enfoques metodológicos: por meio da problematização do fenômeno simulado; e para executar um tratamento analítico de dados capturados a partir de experimentos reais.

Na prática experimental investigativa é fundamental o exercício da problematização (BASSOLI, 2014; CARVALHO et al., 2013; LIMA; TEIXEIRA, 2011). Ao problematizar o fenômeno é possível provocar os estudantes a levantarem hipóteses e exercitarem a argumentação. Tais práticas investigativas, que implicam a problematização e a argumentação, podem ser realizadas tanto nos polos de Educação a Distância (EaD) quanto por meio dos Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA). Além disso, é possível construir atividades investigativas a partir do registro de fenômenos em vídeos ou fotografias. As análises de imagens e as videoanálises de fenômenos físicos permitem a construção de experimentos mediados pelas interfaces digitais potencialmente significativos (CATELLI et al., 2010; COVERLONI et al., 2009; OURIQUE et al., 2010).

A partir dos dados coletados, observa-se que os recursos de realidade virtual e de realidade aumentada foram pouco explorados. Além desses, outro elemento pouco utilizado foi a experimentação remota (SILVA; MERCADO, 2019,

2018). Alguns professores conhecem a experimentação remota pois a mencionaram por diversas vezes ao longo de suas respostas às questões abertas. No entanto, afirmam que mesmo conhecendo esses recursos, não conseguem utilizá-los em suas disciplinas. Nesse sentido, P4 e P13 afirmam que

Há grande limitação na disponibilidade de softwares adequados para experimentação remota (P4).

Conheço uma fonte de experimentação remota para ensino de Física, mas não a utilizei pela recente descoberta e conseqüentemente falta de oportunidade (P13).

Segundo esses sujeitos, além da pouca variedade de softwares adequados que deem suporte à experimentação remota, a “falta de oportunidade” de explorá-los se constitui um outro fator restritivo do uso desses recursos. Nesse sentido, concorrem para a pouca exploração da experimentação remota a ausência das condições objetivas (softwares e hardwares) e subjetivas (informação sobre a existência desses recursos, conhecimento técnico e conhecimento pedagógico para operar com esses recursos).

### **Experimentos mediados por interfaces digitais como produtos de segunda linha**

Para além dos usos que se tem feito dos experimentos mediados por interfaces digitais, evidenciamos a partir das respostas desses sujeitos uma variedade de ideias que norteiam esses usos. Uma primeira concepção que se apresenta é a ideia de que tais experimentos são recursos inferiores aos experimentos convencionais, como afirma P4:

Os recursos mediados pela internet são um substituto inferior, embora fundamental, às atividades experimentais presenciais, em minha opinião (P4, grifo nosso).

Verifica-se nessa consideração uma contradição latente. Segundo os argumentos de P4, ao mesmo tempo em que os experimentos mediados por interfaces digitais são considerados como recursos fundamentais, são também considerados inferiores em relação aos experimentos convencionais. Se é fundamental, está nos fundamentos, nos alicerces, na base, não poderia assim ser considerado como inferior a qualquer outro fundamento. Uma contradição semelhante foi observada na fala de P9:

**O ideal seriam os experimentos reais.** Hoje, com o uso intensivo da internet, **é quase imperativo o uso de experimentos mediados pela internet** (P9, grifos nossos).

Ao considerar que esses recursos são imperativos, se está considerando que sua presença se impõe sobre qualquer outra coisa. No entanto, contraditoriamente a seu próprio discurso, P9 considera que o ideal

mesmo seriam os experimentos reais. A ideia que fundamenta essa concepção reside na própria trajetória dos professores que atuam nesses cursos (TARDIF, 2012). Segundo Quadros e Mortimer (2016, p. 634), os professores que formam professores “no período de formação intelectual e profissional, incorporaram em sua própria prática de sala de aula os elementos que compõe as teorias estudadas por eles”. Esses sujeitos não tiveram a oportunidade de experimentarem as potencialidades dos experimentos mediados por interfaces digitais em suas trajetórias discentes porque simplesmente esses recursos não existiam. Mesmo os mais jovens não tiveram a oportunidade de explorar profundamente esses recursos, tendo em vista que ainda estamos num momento de desenvolvimento de metodologias que deem conta de explorá-los em suas máximas potencialidades.

Nesse sentido, ao verificar as respostas dos sujeitos da pesquisa, encontramos um professor que se posicionou firmemente contra a ideia de utilizar experimentos mediados por interfaces digitais no interior dos cursos de formação de professores de Física. Esse posicionamento foi encontrado em diversos momentos das respostas de P16:

**Não acho que devemos utilizar experimentos virtuais** e sim experimentos no laboratório mesmo. Fazemos assim no curso de Física a distância da universidade “X” (P16, grifo nosso).

**Acho ruim** [o uso desse tipo de experimento nos cursos de formação de professores de Física ofertados por meio da UAB] porque distancia o aluno da prática experimental (P16, grifo nosso).

**Devemos ter mais experimentos nos laboratórios reais dos polos** [e não avançar no uso de experimentos mediados pelas interfaces digitais] (P16, grifo nosso).

O posicionamento de P16 indica que existe resistência entre formadores professores de Física que atuam no cenário da UAB com relação ao uso dos experimentos mediados por interfaces digitais. Assim, em se tratando da prática experimental, contribuem para tal cenário, a própria tradição da Física enquanto uma ciência experimental e a tradição da prática experimental nos cursos de Física, que é presencial e baseada em experimentos reais/físicos. Outros sujeitos, apesar de não se apresentarem contrários ao uso desses recursos, entendem que não é necessário utilizá-los nas disciplinas experimentais, como pode ser verificado nas falas de P6 e P8:

Acredito que a única razão de não ter usado há época foi o fato de achar que para os experimentos que foram realizados em sala não era necessário o uso de alguma explanação adicional mediados por interfaces da internet, por exemplo (P6).

A disciplina que ministro tem por objetivo refletir sobre o uso de experimentos reais na educação básica e propiciar ao licenciando a oportunidade de preparar e ministrar uma aula experimental em uma escola da educação básica. Por essa razão não fazemos uso dos recursos mencionados (P8).

Na concepção desses sujeitos, as práticas experimentais devem ser obrigatoriamente presenciais. Aquelas que forem realizadas a distância são consideradas como um “plus”, um “algo a mais”, mas não como um elemento vertebrador ou um pilar no currículo dos cursos de formação de professores de Física. O entendimento é (ou era) de que os experimentos convencionais são verdadeiramente necessários. Os experimentos mediados por interfaces digitais funcionariam como acessórios, complementos. Outros sujeitos consideram que, na ausência dos experimentos convencionais, os experimentos mediados por interfaces digitais são recursos valiosos, como se verifica a partir da fala de P11:

Um meio facilitador, visto a ausência de laboratórios de física adequados em algumas localidades (P11, grifo nosso).

Ou seja, na ausência dos laboratórios físicos é que devem se apresentar os laboratórios mediados por interfaces digitais. Um corolário desse argumento é o de que, no caso de existirem laboratórios físicos adequados, a presença dos laboratórios mediados por interfaces digitais pode ser dispensável. Essa ideia é complementada por P12 e P9 quando afirmam que:

Na ausência de um laboratório de Física, os virtuais auxiliam muito na discussão de leis e teorias, além disso, compõem recursos acessíveis, gratuitos e que executam em sistemas simples como android (celular) (P12, grifo nosso).

Acredito que nada substitui o experimento real. Na impossibilidade, ou na falta de recursos materiais, os experimentos virtuais e/ou remotos podem ser uma alternativa válida (P9, grifo nosso).

Nessa perspectiva, se desfrutássemos de um momento histórico em que todas as escolas e universidades estivessem equipadas com os melhores laboratórios convencionais, o uso dos laboratórios mediados por interfaces digitais seria desnecessário. Esse argumento desconsidera que vivemos uma fase avançada da cibercultura (SILVA, 2009) na qual as Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) apresentam alto grau de inserção social. A própria cultura vem sendo redefinida em função da presença desses recursos tecnológicos que alteram as formas como os sujeitos interagem, se relacionam e aprendem (PRENSKY, 2001). Dadas as potencialidades pedagógicas dos experimentos mediados por interfaces digitais, bem como das demandas próprias do atual momento histórico, verifica-se que o uso dos laboratórios mediados por interfaces digitais não se faz necessário apenas quando os laboratórios físicos não estão disponíveis. Tratam-se de recursos imperativos e fundamentais para atender às necessidades educacionais emergentes no cenário contemporâneo (SILVA, 2016).

### **Experimentos mediados por interfaces digitais como complementos dos experimentos convencionais**

Outra concepção que emergiu dos dados foi a de que os experimentos mediados por interfaces digitais ampliam o conceito de experimentação, complementando os experimentos convencionais. Segundo essa concepção, a experimentação virtual serve para complementar as lacunas que possivelmente a experimentação convencional possa apresentar. Ou seja, ela poderia servir para simular ou dar acesso a experimentos que seriam impossíveis de serem realizados no contexto físico presencial, ou poderia servir como uma etapa de treinamento que antecede a experimentação de fato, como pode ser verificado a partir das falas de P12 e P13:

O objetivo seria complementar os experimentos presenciais [...]. Além disso, **o ideal seria que fossem realizados virtualmente e posteriormente confirmados experimentalmente** (P12, grifo nosso).

A tecnologia está presente em nossa vida e considero que devemos fazer uso delas em sala de aula. Além disso, **ela permite suprir as carências que encontramos nos polos presenciais** (P13, grifo nosso).

Dentro da proposta, os experimentos convencionais serviriam para garantir que os dados apresentados no experimento virtual estejam corretos, para que os estudantes treinassem com o experimento virtual e posteriormente realizassem o experimento físico que validaria/tornaria, ou não, verdadeiramente experimental aquilo que foi vivenciado no contexto virtual. A ressalva à substituição dos experimentos convencionais é uma grande preocupação de um grupo de professores ao defenderem a ideia da complementação e isso pode ser percebido nas respostas de P13, P5 e P1:

Acho que **a substituição não é o caminho**. Eles devem ser complementares. Não se pode privar os alunos do contato direto com a experimentação, o manejo e a coleta de dados nas atividades experimentais (P13, grifo nosso).

**Jamais se deve substituir o laboratório real, físico**. Estas outras práticas pedagógicas devem ser de apoio aos laboratórios (P5, grifo nosso)

O aluno precisa vivenciar *,in loco*, a experiência. Somente assim ele irá florescer sua alma de cientista (P1, grifo nosso).

Na concepção desses sujeitos, a formação de professores de Física precisa despertar essa “alma de cientista” nos seus egressos, e o caminho para tal é a experimentação convencional. Na concepção desses sujeitos, a experimentação mediada por interfaces digitais não apresenta tais potencialidades, pelo menos não a contento. Tal concepção evidencia uma visão empirista da ciência (SILVA et al., 2012) e desconsidera que a Física teórica também é uma das formas de expressão da ciência contemporânea (MOREIRA, 2005).

O manuseio físico dos equipamentos de laboratório, a instrumentação, é uma habilidade evocada por esses sujeitos na justificação dos laboratórios convencionais. Essa defesa encontra eco nas falas de P6 e P16:

Acredito que seria uma perda muito grande se isto ocorresse [a substituição dos laboratórios convencionais pelos laboratórios mediados por interfaces digitais], pois, acredito que **nada substitui o fato da experimentação em laboratório presencial**. Pois o manuseio dos equipamentos e a superação de dificuldades na execução dos experimentos jamais podem ser vivenciadas num laboratório virtual (P6, grifo nosso).

Acho que seria um dano enorme. **A vivência no laboratório de física é fundamental para os estudantes** e isso depende do contato direto com os equipamentos, com as dificuldades que cada um apresenta, com os cuidados que devem ser tomados em cada caso e o talento e atenção que são necessários para se obter um bom resultado (P16, grifo nosso).

A defesa enfática da imprescindível presença dos laboratórios convencionais não antagoniza com a presença dos laboratórios mediados por interfaces digitais. Trata-se de uma perspectiva de coexistência de ambos com a primazia dos primeiros em relação aos segundos. Dito de outro modo, é possível conceber um curso de formação de professores de Física ofertado por meio da UAB que não utilize, ou pouco utilize, os experimentos mediados por interfaces digitais, porém, não é possível aplicar o mesmo princípio para o caso dos experimentos reais/convencionais.

A ideia de complementaridade, ou de fusão, entre os laboratórios convencionais e aqueles mediados por interfaces digitais pode ser verificada a partir da fala de P8:

Os “laboratórios virtuais” são um excelente recurso pedagógico, mas não são laboratórios de fato, pois os resultados obtidos resultam de um programa de computador. Rigorosamente falando, **nos “laboratórios virtuais” os alunos fazem física teórica e não física experimental**. Os laboratórios remotos, por sua vez, são de fato laboratórios porque os resultados obtidos resultam de um experimento de física. Na universidade “Y” temos um projeto bastante adiantado de implementação de um laboratório remoto que em breve estará disponível aos alunos. **Discordo da ideia de substituir os laboratórios dos polos por laboratórios “virtuais” ou remotos, pois é necessário que os licenciandos façam muitos experimentos reais se quiserem ser professores de física. Os laboratórios “virtuais” e remotos podem (e devem) ser amplamente utilizados como complemento dos laboratórios dos polos** (P8, grifos nossos).

Mesmo aqueles que defendem essa possível substituição reconhecem que as habilidades desenvolvidas nesses dois tipos de laboratórios são distintas. Conforme P17,

Acredito que a substituição possa ser realizada, porém **não defendo que terá os mesmos efeitos que o laboratório presencial** disponível para o aluno nos polos de apoio presencial. Diversas habilidades e possibilidades são desenvolvidas quando o contato é direto e não virtual (P17, grifo nosso).

Embora nas falas de P8 e de P17 se apresente uma perspectiva de complementaridade, na concepção desses sujeitos a primazia é da

experimentação convencional, presencial e física, em detrimento da experimentação mediada por interfaces digitais.

Esses sujeitos, consideram que o uso dos experimentos mediados por interfaces digitais é importante por si só, independentemente do uso de experimentos convencionais. No entanto, acreditam que são recursos diferentes e que atendem a propósitos distintos, que favorecem o desenvolvimento de outras competências e habilidades e que, por isso, o melhor seria explorar ambas as abordagens experimentais (SILVA; SILVA, 2017; VIEIRA; LARA, 2013).

### **Substituição dos experimentos reais pelos mediados por interfaces digitais**

Os docentes dos cursos de formação de professores de Física ofertados por meio da UAB, ao serem questionados sobre a possibilidade de se pensar em substituir os laboratórios convencionais por laboratórios mediados por interfaces digitais, indicaram pelo menos três concepções: aqueles que são contrários à substituição dos primeiros pelos segundos; aqueles que defendem que um pode complementar o outro; e aqueles que concordam que essa substituição é possível para fins didáticos. Essa terceira concepção se apresenta nos questionários quando, por exemplo, P8 afirma que essa modalidade de experimentação

É a **linguagem mais adequada** para que os licenciandos possam interagir com seus futuros alunos (P8, grifo nosso).

Nesse sentido, é possível encontrar professores que formam professores já sensíveis à possibilidade de substituir as práticas desenvolvidas em laboratórios convencionais por práticas desenvolvidas a partir de laboratórios mediados por interfaces digitais. A possibilidade de utilizar apenas os experimentos mediados, geralmente, não se apresenta em função de suas potencialidades didáticas, mas pela ausência completa dos experimentos convencionais. Tal ideia é endossada nas falas de P11 e P15:

[A substituição dos experimentos convencionais pelos experimentos mediados por interfaces digitais] parece ser uma alternativa factível de acordo com o retrato atual da educação brasileira: pouco investimento em educação, pouca valorização dos profissionais da educação. Entretanto, **apesar de concordar com a implementação, devo admitir que a utilização de laboratórios presenciais por parte dos alunos me parece muito mais proveitoso educacionalmente**, desde que sejam utilizados experimentos adequados e que estas práticas também sejam acompanhadas por profissionais adequados (P11, grifo nosso).

**Teria uma grande economia para as instituições, que tornaria muito favorável.** Mas que esses laboratórios virtuais sejam de acesso a todos os professores da rede pública para melhorarem suas práticas de ensino, e não restritos aos professores das universidades (P15).

Nesse sentido, evidencia-se que tal concepção não emerge de uma opção metodológica, mas sim do uso que se dá por conta da falta de opções

resultante da precarização da educação pública brasileira. Diferente dos argumentos anteriores que emanaram da posição dos demais professores, P10 se coloca favorável à tal substituição mas justifica sua impossibilidade por identificar que esse movimento não seria bem recebido pelos estudantes desses cursos:

**Infelizmente**, a maioria dos nossos alunos do curso à distância, apresentam grandes dificuldades em lidar com as tecnologias digitais. Estes ainda apresentam um pensamento um tanto arcaico e fazem questão das aulas presenciais e do uso de experimentos... eles querem tocar, sentir o equipamento. **Creio que didaticamente esta substituição seria viável e não traria prejuízos à aprendizagem**, porém ela choca com a cultura dos alunos do curso, tornando-a, assim, inviável (P10, grifos nossos).

P10 defende que a substituição é possível e não traria prejuízos didáticos, no entanto entende que o efetivo problema da substituição seria o “choque cultural” que poderia inviabilizar a exploração desses recursos. O foco da fala de P10 se concentra em torno dos estudantes, mas poderia ser estendido também aos professores que atuam nos cursos de formação de professores de Física ofertados por meio da UAB.

### **(Des)Motivação para o uso de experimentos mediados por interfaces digitais**

Outra questão que permeia o ideário desses professores é a relação entre a motivação dos estudantes e o uso de experimentos mediados por interfaces digitais. De um lado existem sujeitos que entendem esses recursos como potencialmente motivadores. Nessa linha de argumentação, P10 defende que

Em física é bem complicado ilustrar situações com frases do tipo “imagine que...”. Determinados conteúdos, como lançamento de projéteis, são fortemente rejeitados pelo aluno pela dificuldade de abstração. Com a experimentação virtual, podemos contornar este problema, além de poder alterar parâmetros afim de gerar diversas situações para que possamos estudá-las do ponto de vista físico (P10).

Por outro lado, segundo P19, “somente um percentual pequeno dos alunos mostram interesse nos experimentos virtuais”. Nesse sentido, coexistem a ideia de que os experimentos mediados por interfaces digitais são recursos que despertam a motivação dos estudantes e a ideia de que os estudantes não estão motivados para o uso desses recursos. Tratam-se de ideias antagônicas, mas que estão presentes no ideário pedagógico dos professores e que se traduzem nos cursos de formação de professores de Física da UAB. Apesar de não ser um termo que apresenta consenso quanto à sua definição, de modo geral, segundo Tardin et al. (2006, p. 41),

motivação é tudo aquilo que impulsiona a pessoa a agir de determinada forma ou, pelo menos, que dá origem a uma propensão, a um comportamento específico, podendo este impulso à ação ser provocado por um estímulo externo (provinho do ambiente) ou também ser gerado internamente nos processos mentais do indivíduo.

Nesse sentido, não é o experimento virtual em si o único capaz de motivar os sujeitos. Processos subjetivos, conscientes e inconscientes contribuem para que o sujeito esteja motivado ou não. Enquanto aquilo que impulsiona o comportamento está no nível do inconsciente, a resposta dessa pulsão está no nível da consciência (JORGE, 2005). Dessa forma, os experimentos mediados por interfaces digitais podem ser motivadores ou/e desmotivadores, dependendo dos sentidos e significados que os sujeitos atribuem a esses recursos.

### **Dificuldades na realização de experimentos mediados por interfaces digitais**

As ideias sobre possíveis usos dos experimentos mediados por interfaces digitais se relacionam com a percepção que esses professores têm de seus elementos limitadores. A esse respeito, P2 considera que são elementos limitadores “a ausência de infraestrutura” e a falta de “estímulo para essas práticas”. A falta de estímulos citada por P2 está em diálogo com o que Esteve (1999) chamou de “mal-estar docente”. O cenário precário em que se encontra a educação pública brasileira e a profunda desvalorização da profissão docente contribuem para tornar esse quadro ainda mais crítico (ARAUJO; VIANNA, 2008; MACHADO, 2015). Especificamente em se tratando de práticas experimentais baseadas em “realidade virtual e aumentada” a limitação é ainda maior pois exigem “equipamentos, aos quais não temos acesso” (P4). Falta apoio real de políticas públicas que deem sustentação às práticas experimentais mediadas por interfaces digitais (MARANDINO et al., 2009).

Os esforços em trabalhar com tais recursos, e desenvolver estratégias neles baseadas, fica a cargo dos próprios professores. Como exemplo disso é possível citar os casos descritos por P9, P13 e P5:

Faço parte de um grupo de **professores que têm desenvolvido** alguns experimentos virtuais de física (P9, grifo nosso).

Aquí na universidade “Z” **estamos desenvolvendo um Laboratório de Experimentação Remota** para ser utilizado pelos estudantes dos cursos de Licenciaturas da universidade “Z” (Presencial e a Distância) (P13, grifo nosso).

Na realidade, neste momento tenho um **aluno de mestrado desenvolvendo um projeto para a prática presencial e remota de experimentos de eletricidade**. Nesse projeto o estudante poderá fazer a prática em laboratório ou à distância, desde que a prática já esteja montada em laboratório, pois vários sensores poderão enviar as informações de corrente e tensão, por exemplo. A prática deve poder ser realizada virtualmente antes de se ir ao laboratório (P5, grifo nosso).

As falas desses sujeitos evidenciam seus esforços para desenvolver experimentos e laboratórios mediados por interfaces digitais que potencializem as práticas pedagógicas dos professores de Física, tanto no cenário da educação

básica quanto no ensino superior. Esses esforços refletem a ideia de que esses professores acreditam nas potencialidades didáticas e nas contribuições desses recursos para a construção e mais e melhores práticas pedagógicas no ensino de Física.

No entanto, embora tais ações façam emergir os recursos e as metodologias que têm consolidado a experimentação mediada por interfaces digitais nos currículos dos cursos de formação de professores de Física ofertados por meio da UAB, são evidentes as dificuldades criadas pela ausência de uma política nacional de desenvolvimento, avaliação e distribuição desses recursos.

A partir das falas desses sujeitos, constatou-se ainda que, em função das especificidades da formação dos professores que atuam na docência no ensino superior, e de modo especial na área de Física, faz-se necessário o desenvolvimento de um curso específico para os professores que atuam nos cursos da UAB, como sugere P18:

Acredito que seria bom termos uma formação específica para atuar no curso de Licenciatura em Física a distância. A coordenação do curso tentou promover alguns momentos de formação, mas foram poucos e não foi apresentada essa questão da experimentação com simulações. Também não conheço bem a questão da realidade virtual e da realidade aumentada. A respeito dos experimentos remotos a gente recebeu um e-mail informando que um professor da universidade “W” estava socializando um laboratório remoto para nós utilizarmos, mas não houve nenhuma formação com relação a isso. Sei que as demandas são muitas, e nesses tempos de crise tudo fica pior. No entanto, acredito que esses recursos poderiam ajudar e muito na qualidade das disciplinas (P18).

Assim, a presença dos experimentos mediados por interfaces digitais no cenário contemporâneo apresenta uma série de desafios aos professores que formam professores de Física: repensar os perfis profissionais, rever currículos, aperfeiçoar práticas pedagógicas, investir em novas estratégias de avaliação e produzir novos saberes, competências e habilidades docentes demandadas pela sociedade contemporânea.

### **Considerações finais**

Ao longo dessa investigação constatamos que os docentes que mais utilizam os experimentos mediados por interfaces digitais no interior dos cursos de formação de professores de Física ofertados por meio da UAB são os que atuam nas disciplinas das áreas de Física Experimental, Física Teórica, Metodologia de Ensino de Física e Estágios e Práticas de Ensino; que os conteúdos mais utilizados nesse tipo de experimentação são os recursos multimídia e que é praticamente ausente o uso de tecnologias de realidade virtual, realidade aumentada ou experimentação remota; que predominam nesses cursos as abordagens experimentais demonstrativas e que as estratégias investigativas se efetivam principalmente a partir da problematização do

fenômeno simulado e da execução de tratamento analítico de dados capturados a partir de experimentos reais.

Com relação às ideias que se apresentam no debate sobre os usos dos experimentos mediados por interfaces digitais, uma primeira concepção que se apresenta é a de que tais recursos são inferiores aos experimentos convencionais. A tradição da formação dos professores universitários, calcada na experimentação convencional, a própria tradição da Física enquanto uma ciência construída por meio da experimentação convencional e a tradição da prática experimental nos cursos de Física contribuem sobremaneira para a emergência de posições resistentes à experimentação mediada por interfaces digitais. Nessa concepção, os laboratórios mediados por interfaces digitais são recursos importantes, mas se justificam principalmente na ausência dos laboratórios convencionais. Tal argumento desconsidera que vivemos um momento histórico, no qual a presença dos laboratórios mediados importa pelas contribuições didáticas que apresentam e não pela ausência dos laboratórios convencionais.

Outra concepção que emergiu dos dados foi a de que os experimentos mediados por interfaces digitais complementam os experimentos convencionais. Ossujeitos participantes reconhecem que as habilidades desenvolvidas nesses dois tipos de laboratórios são distintas. Predomina aqui o ideário empirista de ciência que assume a primazia dos experimentos convencionais em relação aos experimentos mediados por interfaces digitais. Nessa concepção os experimentos convencionais serviriam para garantir que os dados apresentados no experimento virtual estejam corretos. Os experimentos mediados poderiam favorecer um treinamento que antecederesse a experimentação genuína ou dar acesso a experimentos que seriam impossíveis de serem realizados no contexto físico presencial. O manuseio físico dos equipamentos de laboratório, a instrumentação, é uma habilidade evocada por esses sujeitos na justificação dos laboratórios convencionais.

Embora bastante tímida, percebemos uma terceira concepção que defende a substituição, para fins didáticos, dos laboratórios convencionais pelos laboratórios mediados por interfaces digitais. No entanto, tal concepção não justificava tal substituição em função das potencialidades didáticas dos experimentos mediados por interfaces digitais, mas pela necessidade de economizar recursos financeiros ou pela ausência completa dos experimentos convencionais. Nesse sentido, não se trata de uma opção metodológica, mas da falta de opções resultante da precarização da educação pública brasileira.

Observa-se que coexistem a ideia de que os experimentos mediados por interfaces digitais são recursos que despertam a motivação dos estudantes e a ideia de que estes não estão motivados para o uso desses recursos. Verificamos que o recurso em si mesmo não é capaz de motivar os sujeitos. Para

tal fenômeno concorrem processos subjetivos, conscientes e inconscientes que podem contribuir para que os experimentos mediados por interfaces digitais sejam motivadores ou/e desmotivadores, dependendo dos sentidos e significados que os sujeitos atribuem a esses recursos bem como à abordagem didática empreendida.

Por fim, é importante que não se deixe de observar que quatro das 22 respostas apresentadas pelos sujeitos dessa pesquisa, apesar de serem professores da EaD, indicam que esses desconhecem esse tipo de recurso. Além disso, entre as 18 respostas consideradas, 5 são de sujeitos que consideraram que nunca realizaram a experimentação mediada por interfaces digitais. Nesse sentido, cerca de 40% dos professores dos cursos de EaD para formação de professores de Física ainda desconhecem ou não usam experimentação mediada por interfaces digitais. Ora, ao considerarmos a motivação, a visão dos professores, as características da EaD e as precariedades da experimentação presencial, evidencia-se aqui a necessidade de que novas investigações possam identificar os entraves que convergem para a construção desse quadro mesmo no campo do ensino superior a distância.

O que se pode apontar a partir das respostas fornecidas é que as ideias sobre possíveis usos dos experimentos mediados por interfaces digitais se relacionam com a percepção que esses professores têm dos elementos limitadores de tais práticas experimentais. As principais dificuldades apontadas são: a ausência de infraestrutura e equipamentos adequados e a falta de uma formação para os professores universitários que atuam/atuarão no cenário da UAB; o cenário precário em que se encontra a educação pública brasileira e a profunda desvalorização da profissão docente; falta de política nacional de desenvolvimento, avaliação e distribuição desses recursos.

É imprescindível destacar que as poucas experiências que são desenvolvidas resultam dos esforços de professores e de grupos de pesquisa que acreditam nas potencialidades didáticas e nas contribuições desses recursos para a construção de mais e melhores práticas pedagógicas em ensino de Física.

A experimentação em Física mediada por interfaces digitais se constitui assim como um campo fértil de possibilidades didáticas e latente de investigações, principalmente no que concerne à experimentação baseada em realidade aumentada, realidade virtual e experimentação remota. Esse é um desafio lançado aos pesquisadores contemporâneos da área do Ensino de Ciências.

## Referências

- ARAUJO, R. S.; VIANNA, D. M. A formação de professores de Física no Brasil sob uma perspectiva histórica. SIMPOSIO DE INVESTIGACIÓN EN EDUCACIÓN EN FÍSICA. Asociación de Profesores de Física de la Argentina, 9., 2008. *Anais...* Rosario: Facultad de Ciencias Exactas Ingeniería y Agrimensura, 2008. Disponível em: [http://www.if.ufrj.br/~pef/producao\\_academica/anais/2008\\_deise\\_2.pdf](http://www.if.ufrj.br/~pef/producao_academica/anais/2008_deise_2.pdf). Acesso em 25 fev. 2016.
- BASSOLI, F. Atividades práticas e o ensino-aprendizagem de ciência(s): mitos, tendências e distorções. *Ciência e Educação*, Bauru, v. 20, n. 3, p. 579-593, 2014.
- CARVALHO, P. S. et al. *Ensino experimental das ciências: um guia para professores do ensino secundário de Física e Química*. 2. ed. Porto: Universidade do Porto, 2013.
- CATELLI, F. et al. Um estudo de cinemática com câmara digital. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 32, n. 1, 2010.
- COVERLONI, E. P. et al. Utilização de máquina fotográfica digital (multi-burst) para aulas experimentais de cinemática – queda livre. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 31, n. 3, 2009.
- ESTEVE, J. M. *O mal-estar docente: a sala de aula e a saúde dos professores*. São Paulo: Edusc, 1999.
- FEITOSA, R. A. et al. “Projeto aprendiz”: interação universidade-escola para realização de atividades experimentais no ensino médio. *Ciência & Educação*, v. 17, n. 2, p. 301-320, 2011.
- FLICK, U. *Introdução à pesquisa qualitativa*. 3. ed. Porto Alegre: Artmed&Bookman, 2009.
- FORTE, C. et al. Implementação de laboratórios virtuais em realidade aumentada para educação a distância. WORKSHOP DE REALIDADE VIRTUAL E AUMENTADA (WRVA), 5., São Paulo, 2008. *Anais...* São Paulo: WRVA, 2008. p.

1-8. Disponível em: <http://www2.fc.unesp.br/wrva/artigos/50464.pdf>. Acesso em: 29 jun. 2019.

FOWLER JUNIOR, F. *Pesquisa de levantamento*. 4. ed. Porto Alegre: Pensa, 2011.

JORGE, M. A. *Fundamentos da psicanálise de Freud à Lacan: as bases conceituais*. 4. ed. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2005. v. 1.

LIMA, K. E.; TEIXEIRA, F. M. A epistemologia e a história do conceito de experimento/experimentação e seu uso em artigos científicos sobre ensino das ciências. ENPEC, 8., Campinas, 2011. *Anais...* Campinas: ENPEC, 2008. Disponível em: <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiienpec/resumos/R0355-1.pdf>. Acesso em: 21 jun. 2019.

LOPES, R. P. *et al.* Experimentação real e virtual de circuitos elétricos simples como ferramenta mediadora no processo de aprendizagem de física. SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA (SNEF), 18., Vitória, 2009. *Anais...* Vitória: SNEF, 2009.

MACHADO, L. B. Profissão docente: o consenso das representações sociais de professores iniciantes. REUNIÃO ANUAL DA ANPED, 37., 2015. *Anais...* 2015. Disponível em: <http://www.anped.org.br/sites/default/files/trabalho-gt20-3733.pdf>. Acesso em: 21 jun. 2019.

MARANDINO, M. *et al.* *Ensino de Biologia: histórias e práticas em diferentes espaços educativos*. São Paulo: Cortez, 2009.

MELO, A. P. *et al.* Energydownnow: aprendendo física através de um jogo para controle de consumo elétrico. CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO IFRN: tecnologia e inovação no semiárido (CONGIG), 9., 2013. *Anais...* Rio Grande do Norte, 2013. Disponível em: <http://www2.ifrn.edu.br/ocs/index.php/congic/ix/paper/viewFile/1079/167>. Acesso em: 17 jun. 2019.

MORAES, R.; GALIAZZI; M. C. Análise textual discursiva: processo reconstrutivo de múltiplas faces. *Ciência & Educação*, v. 12, n. 1, p. 117-128, 2006.

MOREIRA, I. C. 1905: um ano miraculoso. *Física na Escola*, v. 6, n. 1, 2005.

NUNES, E. T. *et al.* Levantamento dos temas TIC e EAD nos periódicos qualis. *Informática na Educação: teoria e prática*, v. 20, n. 2, 2016.

OURIQUE, P.A. *et al.* Fotografando estrelas com uma câmera digital. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 32, n. 1, 2010.

PASTORINO, L. *et al.* Realidade aumentada e objetos de aprendizagem no ensino de Física. *Revista Realidade Virtual*, v. 1, n. 2, p. 2, 2008.

PRENSKY, M. *Nativos digitais, imigrantes digitais*. 2001. Disponível em: [http://www.colegiongeracao.com.br/novageracao/2\\_intencoes/nativos.pdf](http://www.colegiongeracao.com.br/novageracao/2_intencoes/nativos.pdf). Acesso em: 28 jun. 2019.

QUADROS, A L.; MORTIMER, E. F. A atuação de professores de ensino superior: investigando dois professores bem avaliados pelos estudantes. *Química Nova*, v.39, n. 5, p.634-640, 2016.

SILVA, F. F. Tecnologias móveis como plataformas de produção do jornalismo. In.: LEMOS, André; JOSGRILBERG, Fábio (Org.). *Comunicação e mobilidade: aspectos socioculturais das tecnologias móveis de comunicação no Brasil*. Salvador: Edufba, 2009. p. 69-88.

SILVA, I. P. *Práticas experimentais mediadas por interfaces da internet na formação de professores de Física*. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal de Alagoas, Programa de Pós-graduação em Educação, Maceió, 2016.

SILVA, I. P.; MERCADO, L. P. Levantamento de dados acerca do tema “experimentação mediada por interfaces digitais”(2005-2015). *Revista Paidéi@-Revista Científica de Educação a Distância*, v. 10, n. 17, 2018.

SILVA, I. P.; MERCADO, L. P. Experimentação mediada pelas interfaces da internet nos projetos pedagógicos dos cursos de formação de professores de Física da UAB. *Atos de Pesquisa em Educação*, v. 14, n. 1, p.279-305, jan./abr. 2019.

SILVA, I. P.; SILVA, A. T. O tema “experimentos virtuais” nos anais dos eventos brasileiros de ensino de Física (2005-2014). *Revista de Ensino de Ciências e Matemática*, v. 8, n. 1, p. 137-154, 2017.

SILVA, M. et al. O uso da experimentação no ensino de Física: relatando uma ação do PIBID. CONNEPI – CONGRESSO NORTE NORDESTE DE INOVAÇÃO: CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO: ações sustentáveis para o desenvolvimento regional, Palmas, Tocantins, 7., 19 a 21 de outubro de 2012. *Anais...* Palmas: CONNEPI, 2012. Disponível em: <http://propi.ifto.edu.br/ocs/index.php/connepi/vii/paper/view/1357/2168>. Acesso em: 29 jun. 2019.

TARDIF, M. *Saberes docentes e formação profissional*. Petrópolis: Vozes, 2012.

TARDIN, A. P. *et al.* O conceito de motivação na teoria das relações humanas. *Maringá Management*, v. 2, n. 1, 2006.

VIEIRA, L. P.; LARA, V. Macrofotografia com um tablet: aplicações ao ensino de ciências. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 35, n. 3, 2013.

Recebido em: 13/09/2018

Aprovado em: 02/09/2019